

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Definisi Air Minum

Air merupakan kebutuhan yang penting bagi kelangsungan hidup manusia di bumi. Sedangkan yang dimaksud air bersih adalah air yang digunakan untuk kebutuhan manusia sehari-hari dan melalui proses pengolahan terlebih dahulu untuk menjadi air minum. Air minum yang dikonsumsi oleh manusia harus terjamin dan aman bagi kesehatan tubuh. Air minum yang aman bagi kesehatan tubuh manusia harus memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh pemerintah. Adapun persyaratan dari segi kualitas air minum yang ditentukan pemerintah meliputi mikroorganisme, fisika, kimia, dan radioaktif. Air minum yang dikonsumsi oleh manusia tersebut tidak menyebabkan efek samping menurut Ketentuan Umum Permenkes RI No. 492/MENKES/ PER/IV/2010 tentang Persyaratan Air Minum (Menkes RI, 2010).

Air minum dalam kehidupan manusia merupakan salah satu kebutuhan yang paling penting, oleh sebab itu manusia harus memenuhi kebutuhan air minum dengan jumlah dan kualitas yang terbaik (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Air minum yang dikonsumsi dengan syarat dan standar yang sesuai mampu meningkatkan kesejahteraan hidup dari segi derajat kesehatan.

Berdasarkan uraian diatas dapat diketahui bahwa air minum merupakan kebutuhan penting untuk melangsungkan hidup di bumi, terutama bagi manusia. Manusia tanpa adanya air minum tidak bisa melangsungkan hidup dengan sehat, karena manusia mengonsumsi air minum untuk proses metabolisme dalam

tubuhnya agar terjaga kesehatannya. Air minum yang dikonsumsi manusia sudah terpenuhi maka kualitas hidup dalam kehidupannya akan meningkat dan mampu melakukan kegiatan sehari-hari.

2.2 Persyaratan Kualitas Air Minum

Persyaratan kualitas air minum harus memenuhi 4 syarat dan standar yang meliputi persyaratan mikroorganisme, fisika, kimia, dan radioaktif. Persyaratan kualitas air minum tersebut berdasarkan keputusan pemerintah melalui Menteri Kesehatan RI No. 492 tahun 2010 adalah sebagai berikut :

1. Syarat Mikroorganisme

Air minum pada umumnya harus terhindar dari bakteri- bakteri penyakit (patogen). Jumlah dan jenis bakteri mempunyai perbedaan pada setiap tempat dan kondisi lingkungan air tersebut. Air minum yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari harus terhindar dari bakteri patogen. Bakteri patogen yang mungkin ada dalam air bersih antara lain, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Entamoeba histolytica* dan *Clostridium perfringens* (Wandriyel, Suharti, & Lestari, 2012). Air minum yang mengandung bakteri golongan Coli dianggap terkontaminasi dari kotoran manusia (*fases*). Pemeriksaan bakteri patogen yang terdapat pada air menggunakan alat indikator bakteri golongan *Escherichia coli* (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

2. Syarat Fisika

Air minum yang mempunyai syarat dan standar menteri kesehatan untuk dikonsumsi adalah air minum tidak berbau, tidak terlihat keruh, tidak mempunyai rasa, tidak mempunyai warna, tidak menimbulkan endapan dalam air, dan suhu pada air minum harus sejuk ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) (Joko, 2010).

2.1 Bau

Bau disebabkan adanya senyawa lain yang terkandung dalam air seperti gas H_2S , NH_3 , klorofenol, dan fenol. Pengukuran senyawa organik dapat menghasilkan bau pada zat gas dan cair. Bau yang disebabkan oleh senyawa organik bersifat karsinogenik. Pengukuran bau secara kuantitatif sulit untuk diukur karena hasilnya terlalu subjektif.

2.2 Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan adanya kandungan *Total Suspended Solid* baik yang bersifat organik maupun anorganik. Zat organik berasal dari pelapukan tanaman dan hewan, sedangkan zat anorganik berasal dari pelapukan logam dan batuan. Penurunan kekeruhan ini sangat diperlukan karena selain ditinjau dari estetika yang kurang baik serta proses desinfeksi untuk air keruh sangat sulit, hal ini disebabkan karena penyerapan beberapa koloid dapat melindungi organisme dari desinfektan.

2.3 Rasa

Air minum adalah air yang tidak boleh berasa. Air yang mempunyai rasa menunjukkan kehadiran zat yang menimbulkan bahaya kesehatan. Contohnya rasa asam pada air minum disebabkan oleh asam organik maupun anorganik, sedangkan rasa asin disebabkan oleh garam terlarut dalam air.

2.4 Suhu

Suhu air minum sama dengan suhu udara ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$), dengan batas toleransi yang diperbolehkan yaitu $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Suhu normal pada

mencegah terjadinya pelarut zat kimia pada pipa, menghambat reaksi biokimia pada pipa dan mikroorganisme tidak dapat tumbuh. Jika suhu air tinggi maka jumlah oksigen dalam air akan berkurang.

2.5 Warna

Air minum yang baik adalah tidak berwarna. Kata jernih pada air minum hanya untuk alasan estetika dan untuk mencegah keracunan dari zat kimia maupun mengandung organisme yang berwarna. Pada dasarnya air dibedakan menjadi dua jenis yaitu warna semu (*Apparent colour*) yang disebabkan oleh unsur tersuspensi dan warna sejati (*True colour*) yang disebabkan oleh zat organik dan zat koloid. Air yang mengandung senyawa organik seperti potongan kayu, daun, rumput akan memperlihatkan warna kuning kecoklatan, oksida besi akan menyebabkan air berwarna kemerah-merahan, dan oksida mangan akan menyebabkan air berwarna kecoklatan atau kehitaman.

3. Syarat Kimia

Syarat parameter kimia, air minum yang sesuai standar kesehatan adalah air yang tidak beracun, unsur zat kimia dalam air tidak dibawah standar yang telah ditentukan oleh pemerintah (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Penggunaan air yang mengandung bahan kimia beracun dan zat kimia yang melebihi ambang batas akan berakibat bagi kesehatan tubuh manusia. Kandungan bahan kimia dan zat kimia yang dibutuhkan oleh tubuh, hendaknya harus dalam kadar yang sewajarnya dalam air minum (Nuraini, Iqbal, & Sabhan, 2015). Kadar ketentuan zat kimia dalam air antara lain, besi (Fe) nilai ambang batas (0,3 mg/l), klorida (Cl = 250 mg/l),

Tembaga ($\text{Cu} = 3 \text{ mg/l}$), Timbal ($\text{Pb} = 0,01 \text{ mg/l}$), flour ($\text{F} = 1-1,5 \text{ mg/l}$), dan seng (Zn) nilai ambang batas (5 mg/l). Ph dalam air sebaiknya tidak basa dan tidak asam (netral). Ph yang dianjurkan dalam air minum adalah 6,5-8,5 (Menkes RI, 2010). Kekurangan unsur-unsur zat kimia dalam tubuh dapat menimbulkan gejala defisiensi, sebaliknya jika berlebihan menimbulkan gejala toksisitas, sehingga kandungan logam dalam air minum harus diperhatikan (Mulyaningsih et al., 2010).

3.1 pH

pH adalah faktor penting air minum, pH air minum $< 6,5$ dan $> 8,5$.

3.2 Zat padat total (*Total solid*)

Merupakan bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu $103-105^\circ\text{C}$.

3.3 Zat organik sebagai KMnO_4

Zat organik yang terdapat dalam air berasal dari lingkungan sekitar (tumbuh-tumbuhan, alcohol, selulosa, gula dan pati), sitesa (proses-proses produksi) dan fermentasi. Zat organik yang berlebihan dalam air akan mengakibatkan timbulnya bau tidak sedap.

3.4 CO_2 agresif

CO_2 terdapat dalam air berasal dari udara dan hasil dekomposisi zat organik. CO_2 agresif yaitu CO_2 yang dapat merusak bangunan, perpipaan dalam distribusi air bersih.

3.5 Kesadahan total (*Total hardness*)

Kesadahan merupakan sifat air disebabkan adanya ion-ion (kation) logam valensi, misalnya Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{+} , dan Mn^{+} , kesadahan total adalah

kesadahan yang disebabkan adanya ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} secara bersamaan.

3.6 Besi

Besi bersifat terlarut, menyebabkan air menjadi merah kekuningan, menimbulkan bau amis, dan membentuk lapisan seperti minyak. Besi merupakan logam yang menghambat proses desinfeksi. Kadar besi dalam air minum maksimum 0,3 mg/l, sedangkan nilai ambang batas kadar besi 2 mg/l.

3.7 Mangan

Mangan bersifat terlarut dalam air, biasanya membentuk MnO_2 . Kadar mangan dalam air minum maksimum adalah 0,1 mg/l. MnO_2 menimbulkan rasa dan menyebabkan warna ungu/hitam pada air minum, serta bersifat toksik.

3.8 Tembaga (Cu)

Tembaga menyebabkan rasa tidak enak pada lidah dan menyebabkan gejala ginjal, muntaber, pusing, lemas dan menimbulkan kerusakan pada hati. Dosis yang rendah dalam air menimbulkan rasa kesat, warna dan korosi pada pipa.

3.9 Seng (Zn)

Metabolisme dalam tubuh manusia memerlukan seng, tetapi dosis yang terlalu tinggi bersifat racun. Pada air minum kadar $\text{Zn} > 3 \text{ mg/l}$ dalam air minum menyebabkan rasa kesat/pahit dan bila dimasak menimbulkan endapan seperti pasir dan menyebabkan muntaber.

3.10 Klorida

Klorida mempunyai tingkat toksisitas yang tergantung pada gugus senyawanya. Klor digunakan sebagai desinfektan dalam penyediaan air minum. Kadar klor yang melebihi 250 mg/l menyebabkan rasa asin dan korosif pada logam.

3.11 Nitrit

Nitrit dapat menyebabkan (*Methemoglobinemia*) terutama pada bayi yang mendapat konsumsi air minum yang mengandung nitrit.

3.12 Flourida (F)

Kadar $F < 2$ mg/l menyebabkan kerusakan pada gigi, sebaliknya jika berlebihan akan menyebabkan gigi berwarna kecoklatan.

3.13 Logam berat (Pb, Se, As, Cd, Hg, dan CN)

Logam dalam air menyebabkan gangguan pada jaringan syaraf, pencernaan, metabolisme, oksigen, dan kanker.

4. Syarat Radioaktif

Air minum adalah air yang terhindar dari kontaminasi zat berbahaya radioaktif. Radioaktif dapat menimbulkan kerusakan sel dalam tubuh. Kerusakan sel dalam tubuh dapat menyebabkan perubahan komposisi genetika dan kematian. Komposisi genetika yang berubah menimbulkan penyakit mutasi sel dan kanker, sedangkan sel yang mati dapat diganti apabila sel beregenerasi menjadi sel baru.

Tahapan air bersih menjadi air minum harus melewati beberapa proses pengolahan untuk menghilangkan bahan-bahan yang mencemari air minum. Proses

pengolahan air bersih menjadi air minum di PDAM melewati beberapa tahapan yaitu,

1. *Intake* adalah kolam bangunan yang berfungsi menampung air dari sumber air sesuai kapasitasnya.
2. *Clarifier* adalah tempat koagulasi. Air dipisah dari daun, lumpur, dan pasir dengan cara mengendapkan kotoran dalam air tersebut. Kotoran yang terdapat di jaring dibuang melalui pipa saluran pembuangan.
3. *Rapid mixing* (bangunan pengaduk cepat) adalah tempat mencampurkan koagulan dengan air baku sehingga terjadi proses koagulasi.
4. *Slow mixing* (bangunan kolam mengaduk lambat) adalah proses mengaduk lambat yang terjadi pada pulsator. Pada tahapan ini terjadi proses flokulasi yang bertujuan untuk membentuk flok-flok sebagai akibat gabungan dari koloid dalam air dengan koagulan.
5. Sedimentasi adalah proses pengendapan materi pada air. Proses koagulasi, flokulasi air di diamkan sampai kotoran menggumpal dan mengendap semua sehingga air tampak jernih.
6. Bangunan filtrasi adalah proses penyaringan butir lumpur tidak mengendap pada kolam sedimentasi dan menyaring mikroorganisme atau bakteri patogen yang larut di air. Filtrasi memanfaatkan pasir silica karena mampu menarik butir-butir lumpur.
7. Desinfeksi adalah membunuh mikroorganisme patogen yang menimbulkan penyakit dengan bahan kimia. Pemberian desinfeksi menggunakan alat klorinator. Klorinator adalah alat mikrofilter yang berfungsi membunuh bakteri

patogen dalam air yang menimbulkan penyakit. Bahan kimia dalam desinfeksi menggunakan klorin dalam bentuk gas sebanyak 0,3 gram. Nilai ambang batas penggunaan klorin dalam air minum yaitu 250 mg/l. Desinfeksi bertujuan mengurangi jumlah bakteri secara umum atau menghilangkan bakteri patogen dalam air bersih yang dikonsumsi manusia.

8. *Reservoir* adalah kolam tempat menampung air bersih yang sudah diolah sebelum disalurkan ke rumah masyarakat (Joko, 2010).

2.2.1 Ketentuan Air Minum Berdasarkan Syarat dan Standar Menteri Kesehatan RI No. 492 Tahun 2010

Syarat dan standar kualitas air minum yang dikonsumsi manusia harus mempunyai 4 syarat menteri kesehatan. Adapun syarat yang harus dipenuhi meliputi syarat mikroorganisme, fisika, kimia, dan radioaktif.

1. Kandungan Zat Kimia dalam Air Minum Berdasarkan Syarat Kimia

Air minum mempunyai banyak kandungan zat kimia dan mineral yang baik bagi tubuh. Air minum yang dikonsumsi manusia tidak boleh mengandung zat kimia dan zat mineral beracun dalam air yang melampaui batas yang sudah ditentukan. Kandungan zat kimia dan mineral dalam air minum tidak boleh menimbulkan kerusakan pada organ tubuh manusia. Menurut peraturan Menteri kesehatan NO. 492/Menkes/ Per/IV/2010 mengenai kadar zat kimia dan mineral yang sesuai syarat kimia air minum meliputi (NO_3 nilai ambang batasnya 45 mg/l), (Flor = F nilai ambang batas 1-1,5 mg/l), (Clor = Cl nilai ambang batas 250mg/l), (Arsen = As nilai ambang batas 0,05 mg/l), (Tembaga = Cu nilai ambang batas 1 mg/l), (Seng = Zn nilai ambang batas 5 mg/l), (Sulfat = SO_4 nilai ambang batas 250 mg/l), (Mangan = Mn nilai ambang batas 0,05 mg/l), (Besi = Fe nilai ambang batas 0,3 mg/l),

(Timbal = Pb nilai ambang batas 0,01 mg/l), (Magnesium = Mg nilai ambang batas 125 mg/l), (Kopernikium = Cn nilai ambang batas 0,01 mg/l), (zat organik nilai ambang batas 10mg/l), (zat yang larut nilai ambang batas 1000 mg/l), (Ph dalam air 6,5 – 8,5), dan kesadahan 5 – 10 derajat jerman (Menkes RI, 2010). Beberapa jenis logam dalam air minum memang dibutuhkan dalam tubuh manusia. Logam yang diperlukan tubuh manusia dalam jumlah makro seperti natrium, sulfur, dan klorida. Logam yang diperlukan tubuh manusia dalam jumlah mikro seperti tembaga, besi, dan seng dalam batas yang sudah ditentukan oleh menteri kesehatan. Ada beberapa logam yang terkandung dalam air minum belum jelas fungsinya bagi tubuh manusia seperti air raksa, aluminium, dan timbal (Pb) (Tih et al., 2015). Logam berasal dari lapisan bumi berupa bahan organik dan anorganik. Logam diambil oleh manusia dari pertambangan di bawah tanah (kerak bumi), kemudian dimurnikan menjadi logam murni. Proses pemurnian logam yaitu dari pencairan sampai menjadi logam murni, sebagian logam tersebut terbuang ke lingkungan. Siklus perputaran logam di bumi adalah, dari kerak bumi kemudian ke lapisan tanah, ke makhluk hidup (tumbuhan, hewan, dan manusia), ke dalam air, mengendap dan akhirnya kembali ke kerak bumi (Darmono, 1995). Logam ada dua jenisnya yaitu logam esensial dan logam nonesensial. Logam esensial merupakan mineral untuk membantu proses metabolisme manusia, terutama membantu pembentukan sel darah merah (Ida et al., 2016). Logam nonesensial adalah mineral yang fungsinya dalam tubuh manusia belum diketahui dan apabila kandungannya tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada organ tubuh manusia. Contoh logam esensial adalah (Na, F, Ca, Fe, Mg), logam nonesensial adalah (Hg, As, Cd, Pb) (Darmono, 1995). Timbal merupakan

logam yang masuk dalam kategori logam nonesensial. Logam timbal adalah salah satu jenis logam berat yang tidak diketahui fungsi bagi organ tubuh atau berbahaya jika masuk dalam organ manusia.

2.2.2 Timbal

Timbal (Pb) dalam bahasa latin merupakan unsur logam yang berada digolongan IV B, periode VI dalam susunan tabel periodik. Timbal mempunyai dua bentuk oksidasi yaitu ion Pb (II) dan ion Pb (IV). Timbal merupakan logam yang lunak berwarna abu kebiruan dan mengkilat. Timbal mempunyai nomor atom 82 dengan berat atom 207,20. Titik didih jenis logam ini adalah 1740°C dan massa jenis $11,34 \text{ g/cm}^3$ (Widowati, Sastiono, & Jusuf, 2008). Timbal digunakan untuk keperluan sehari-hari karena mempunyai sifat-sifat sebagai berikut : (1) mudah dibentuk, (2) titik cairnya rendah, (3) timbal dapat dikombinasikan dengan logam lain dan kombinasi yang terbentuk mempunyai perbedaan dengan timbal murni, (4) sifat kimia pada timbal dimanfaatkan sebagai pelindung untuk melapisi logam lain agar tidak berkarat, dan (5) kerapatannya lebih tinggi dibandingkan dengan logam emas (Fardiaz, 2005).

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang banyak digunakan oleh industri dan perusahaan dalam produksi baterai, lapisan kabel, produk logam seperti amunisi, pipa, pewarna cat, lapisan keramik, dan digunakan sebagai bahan aditif untuk meningkatkan kualitas bensin atau BBM (Fardiaz, 2005). Logam timbal ini juga berada disekitar lingkungan manusia. Contohnya: pembakaran sampah, penyemprotan pestisida, sehingga logam timbal tersebar di air, tanah, udara,

tumbuhan, hewan, dan makanan. Makhluk hidup termasuk manusia tidak bisa terhindar dari logam berat timbal (Pb).

2.3 Sumber Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Air Minum

Logam berat timbal (Pb) merupakan senyawa kimia yang mempunyai sifat toksik dalam makhluk hidup dan lingkungannya. Timbal (Pb) masuk ke perairan akibat dari aktivitas yang dilakukan manusia, seperti pembakaran bahan bakar minyak (BBM), pembakaran sampah, penyemprotan pestisida dan gas buang industri (Darmono, 1995). Logam berat masuk dan mengendap ke perairan melalui pengkristalan timbal (Pb) di udara dengan bantuan air hujan. Kehadiran timbal dengan jumlah besar akan menurunkan mutu pemanfaatan air dan daya racun yang ditimbulkan sangat berbahaya. Timbal (Pb) merupakan salah satu unsur logam yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (bakteri dan jamur) serta tidak bisa dihilangkan. Timbal (Pb) mempengaruhi kerja enzim dalam tubuh, karena mempunyai afinitas yang besar terhadap gugus protein organisme hidup. Dalam hal ini timbal mengganggu fungsi normal enzim. Sumber pencemaran logam berat timbal (Pb) pada air minum disebabkan oleh letak sumber air, pipa air yang digunakan, dan aktivitas manusia.

1. Sumber Air

Sumber air yang diperoleh PDAM Kota Malang berasal dari air tanah. Air tanah terdapat di bawah permukaan tanah yang muncul ke permukaan tanah akibat dari tekanan hidrostatik lebih besar dari tekanan atmosfer. Air dalam tanah biasanya memiliki kandungan timbal dengan kadar nilai $< 0,05$ mg/liter. Sumber air

yang terdapat dalam tanah untuk air minum kadar maksimum logam timbal (Pb) pada air tersebut 0,05 mg/liter (Effendi, 2003).

2. Pipa Air

Pipa air merupakan peranan penting dalam mendistribusikan air minum kepada konsumen atau pelanggan. Pipa air yang digunakan untuk mendistribusikan air adalah pipa primer, pipa sekunder, dan pipa tersier. Pipa induk untuk mendistribusikan air menuju daerah-daerah malang dengan menggunakan pipa jenis DCIP (*Ductile Cast Iron Pipe*). Jenis pipa baja anti karat 12-30 persen. Pipa cabang mempunyai peran untuk mendistribusi air dari daerah menuju blok-blok yang berada di daerah malang. Jenis pipa yang digunakan GIP (*Galvanis Iron Pipe*) terbuat dari baja dan dilapisi anti karat 17-25 persen. Pipa pelayanan untuk mendistribusikan menggunakan PVC yang terbuat dari polivinil klorida, polietilena, dan poliuretan yang berasal dari bahan minyak alam. Pipa ini melayani konsumen atau masyarakat kota malang (Joko, 2010).

3. Aktivitas Manusia

Aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Dampak dari aktivitas yang dilakukan dapat berupa dampak positif dan negatif. Dampak negatif yang diakibatkan oleh manusia terhadap lingkungan adalah turunnya kualitas air akibat dari pencemaran limbah yang dihasilkan manusia. Contohnya asap transportasi dan industri. Aktivitas manusia yang berdampak negatif ini menyebabkan meningkatnya kadar timbal pada udara, air, dan tanah di bumi (Ariansyah, Yuliati, & Hanggita, 2012)

2.4 Toksisitas Timbal (Pb) pada Manusia

Timbal (Pb) mempunyai sifat toksisitas yang menyebabkan keracunan akut dan kronis pada tubuh manusia. Toksisitas pada manusia menyebabkan timbulnya penyakit, terutama terjadi pada jaringan detoksikasi dan ekskresi (pada hati dan ginjal). Logam mempunyai sifat karsinogenik (pembentuk kanker), dan tetatogenik (kesalahan bentuk organ). Daya toksisitas logam yang menyebabkan keracunan akut pada manusia dipengaruhi beberapa faktor yaitu kadar logam yang dimakan, jenis kelamin, kondisi fisik, kemampuan jaringan tubuh untuk mengakumulasi logam, lamanya mengkonsumsi, dan umur manusia. Logam tertentu dapat menyerang saraf, sehingga menyebabkan kelainan tingkah laku (Darmono, 1995). Timbal (Pb) masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan dan pencernaan. Timbal yang diserap saluran pencernaan didistribusikan ke jaringan lain melalui darah. Logam tersebut dapat terdeteksi oleh tiga jaringan utama. Pertama, Pb terikat oleh sel darah merah (eritrosit) serta mempunyai rentang waktu 25-30 hari. Kedua, jaringan lunak (ginjal dan hati), mempunyai rentang waktu beberapa bulan. Ketiga, tulang dan jaringan keras (kalsifikasi) mempunyai rentang waktu mencapai 30-40 tahun. Pada manusia, Pb di ekskresikan melalui air seni dan tinja (*feses*), keringan yang keluar, rambut, dan kuku. Timbal (Pb) yang masuk dalam tubuh hampir (0,3 mg/hari), apabila mencapai (0,6 mg/hari) akan menunjukkan gejala positif. Keracunan akut yang terjadi biasanya ditandai dengan rasa terbakar pada mulut, dan menyebabkan diare. Jumlah timbal (Pb) yang diserap oleh tubuh manusia secara berkala bisa menimbulkan dampak yang berbahaya. Logam berat jenis (Pb) merupakan logam toksik mempunyai sifat kumulatif dan

bentuk senyawanya menimbulkan keracunan terhadap fungsi organ manusia (Darmono, 1995). Gejala kronis umumnya ditandai dengan nafsu makan berkurang, nafsu makan berkurang, peka terhadap rangsang, dan tubuh terasa lemas. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan timbal (Pb) yaitu:

1. *Anemia*

Timbal (Pb) merupakan logam yang menghambat proses hemoglobin (Hb) yang menyebabkan anemia. 95% lebih timbal (Pb) yang terbawa aliran darah dalam tubuh manusia berkaitan dengan eritrosit yang menyebabkan mudah pecahnya eritrosit dalam aliran darah. Jika konsentrasi timbal (Pb) meningkat akan terjadi kerusakan fungsi otak dan fungsi ginjal (Nuraini et al., 2015).

2. *Aminociduria*

Jumlah abnormal asam amino dalam urin diakibatkan ikutnya senyawa timbal (Pb) terlarut dalam darah ke sistem urinaria (organ ginjal) yang mengakibatkan kerusakan dalam saluran organ ginjal (Darmono, 1995).

3. *Gastroenteritis*

Kebanyakan penyakit ini disebabkan oleh infeksi beberapa jenis virus dan bakteri. Padahal kondisi ini bisa diakibatkan reaksi rangsangan garam timbal (Pb) pada mukosa dalam saluran pencernaan, oleh karena itu menyebabkan pembengkakan, kontraksi saluran lumen, organ usus terhenti, dan gerak peristaltik menurun. Efek samping yang dialami saluran pencernaan dalam kondisi sulit buang air besar secara teratur dan tuntas (konstipasi) (Darmono, 1995).

2.5 Batasan Toleransi Komsumsi Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan logam yang berbahaya dan beracun bagi tubuh manusia bila konsentrasi timbal yang melebihi toleransi. Timbal yang masuk dalam system pencernaan dan pernapasan akan didistribusikan melalui sel darah merah (eritrosit). Pb akan dikirim ke tulang (sekitar 90%) serta organ lain seperti hati dan ginjal. Dalam keadaan normal, Pb dalam tubuh dapat terabsorpsi dalam sistem sirkulasi melalui makanan dan minuman serta dapat keluar melalui urin dan feses. Jika terjadi penyerapan yang berlebihan dapat menyebabkan konsentrasi meningkat dalam jaringan sehingga menyebabkan keracunan dalam tubuh manusia. Menurut ketetapan menteri kesehatan 2010 untuk kadar maksimum Pb dalam air minum atau air bersih 0,01 mg/L (Menkes RI, 2010).

2.6 Metode Analisis Logam Berat

Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) dilakukan dengan berbagai metode, antara lain dengan metode polarografi, metode kolorimetri, dan metode spektrofotometri serapan atom (SSA). Setiap metode dalam menganalisis kandungan logam berat mempunyai prinsip dan cara kerja sendiri-sendiri. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), karena metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) mempunyai keunggulan dari metode lainnya. Keuntungan metode ini adalah cepat, praktis, teliti, analisisnya tepat, dan tidak perlu memisahkan unsur logam lainnya.

Prinsip dasar metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah analisis untuk mendeteksi atom-atom atau unsur logam dalam fase gas. Metode spektrofotometri serapan atom (SSA) menggunakan penyerapan cahaya yang

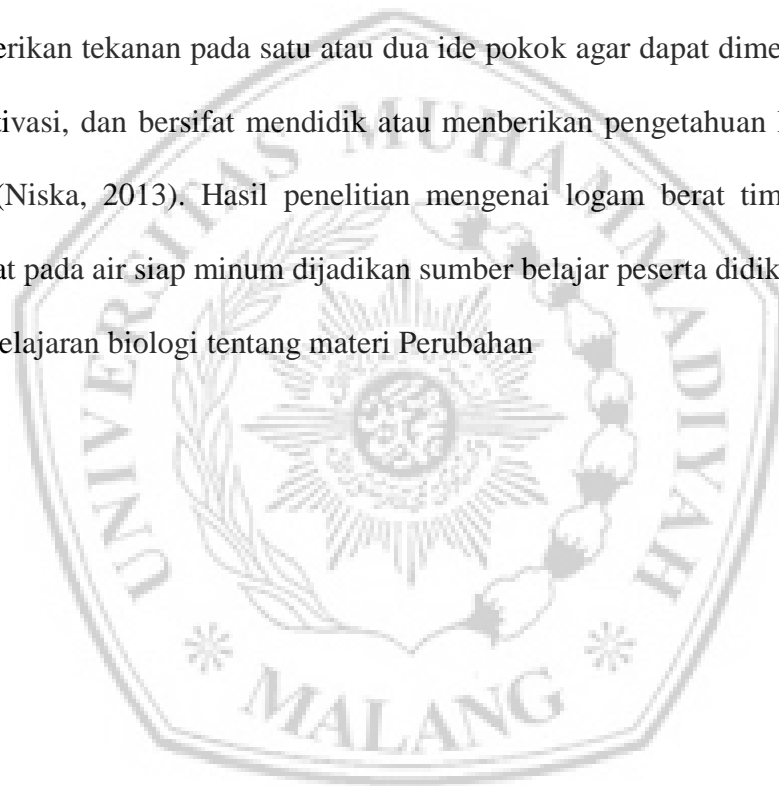
dipancarkan lampu katoda untuk mengubah logam dalam larutan sampel menjadi atom logam bentuk gas yang digunakan untuk analisis kuantitatif dari logam dalam sampel (Gandjar & Rohman, 2007). Metode SSA mempunyai prinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu sesuai dengan sifat unsurnya. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) meliputi absorpsi oleh atom netral unsur logam yang masih dalam keadaan dasar. Sinar yang diserap adalah sinar tampak dan sinar ultra violet. Pada dasarnya metode ini sama seperti absorpsi sinar oleh ion atau molekul dalam larutan (Wiryana, 2011). Cara kerja metode spektrofotometri serapan atom (SSA) terdiri atas tiga komponen, yaitu : bagian atomisasi, sumber radiasi, dan sistem pengukuran fotometrik.

Proses atomisasi dalam metode spektrofotometri serapan atom (SSA) dengan memasukkan sampel larutan ke dalam nyala membentuk atom-atom netral. Atom-atom yang netral akan menyerap energi radiasi yang diberikan oleh sumber radiasi yang terbuat oleh unsur yang bersangkutan. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala. Logam berat atau senyawa yang diuji sampelnya dilakukan pembekaran dengan (asetilen-udara) atau energi listrik (carbon rod atomizer) pada suhu tinggi (2000 °C) untuk menjadi atom (Nindita, 2011).

2.7 Sumber Belajar

Sumber belajar merupakan semua komponen penting yang berwujud benda atau orang yang dimanfaatkan peserta didik dalam kegiatan belajar dalam kelas sebagai sumber belajar dan dapat meningkatkan kualitas belajarnya (Abdullah, 2012).

Berdasarkan penjelasan mengenai sumber belajar, dapat diklasifikasikan bahwa sumber belajar ada yang berbasis cetakan, berbasis computer, berbasis audio-visual, dan berbasis orang atau guru. Sumber belajar harus selalu dikembangkan untuk menunjang belajar peserta didik yang semakin modern. Poster merupakan salah satu media sumber belajar yang kreatif dan inovatif untuk dikembangkan dalam proses pembelajaran. Poster merupakan media gambar dengan ukuran besar dan memberikan tekanan pada satu atau dua ide pokok agar dapat dimengerti, diingat, memotivasi, dan bersifat mendidik atau memberikan pengetahuan kepada peserta didik (Niska, 2013). Hasil penelitian mengenai logam berat timbal (Pb) yang terdapat pada air siap minum dijadikan sumber belajar peserta didik SMA Kelas X mata pelajaran biologi tentang materi Perubahan



lingkungan/iklim dan daur ulang limbah berdasarkan KD 1.3 siswa diharapkan peka dan peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup, menjaga dan menyayangi lingkungan sebagai manifestasi pengamalan ajaran agama yang dianutnya. Poster yang dibuat diharapkan siswa peduli dan sadar akan permasalahan lingkungan hidup.



2.8 Kerangka Konseptual

